

ასვათ გვაზავა

კორნელი კეკელიძის სახელობის საქართველოს
ხელნაწერთა ეროვნული ცენტრი,
საქართველო
agvazava@manuscript.ge

რევაზ კლდიაშვილი

კორნელი კეკელიძის სახელობის საქართველოს
ხელნაწერთა ეროვნული ცენტრი,
საქართველო
rezo.kldiashvili@yahoo.com

**თანამედროვე კვლევის მეთოდების გამოყენება
წიგნის კონსერვაცია-რესტავრაციაში (XIV
საუკუნის ხელნაწერის [Q-1263] ებრატიის
რენტგენოფლუორესცენციული ანალიზატორით
(XRF EDX 3600B) კვლევა და მისი შედეგები)**

საწერი მასალის, კერძოდ, პერგამენტისა და ქალაღდის კულტურული როლი კაცობრიობის ისტორიაში განუზომელია. ხელნაწერები, ნაბეჭდი წიგნები და საარქივო მასალა უძველესი დროიდან ჩვენი ჩანერილი ისტორიის ყველაზე მნიშვნელოვანი საცავია და ამ ტექნოლოგიურად განვითარებულ - ციფრულ ეპოქაში განსაკუთრებული ფუნქცია აქვს კონსერვაცია-რესტავრაციას, რადგან სწორედ სპეციალისტის უშუალო ჩართულობით ხდება მათი მატერიალურად შენარჩუნება. კულტურული მემკვიდრეობის მოვლის, შენახვისა და გადარჩენის არაერთი საშუალება არსებობს, იქნება ეს კონსერვაცია, რესტავრაცია თუ პრევენცია. თითოეული მათგანი შესაძლოა გამოყენებულ იქნას როგორც დამოუკიდებლად, აგრეთვე ინტეგრირებულად, თუმცა, ნებისმიერ შემთხვევაში, აუცილებელია ობიექტის შესწავლა, მასალის გამოკვლევა და ინდივიდუალური მეთოდოლოგიისა თუ პირობების შერჩევა. წლების განმავლობაში კვლევის არაერთი სტრატეგია არსებობდა, თუმცა თანამედროვე კვლევის მეთოდების დანერგვა გაცილებით ინფორმაციულია, ვიდრე საკვლევი მასალის ვიზუალურად შესწავლის საფუძველზე მიღებული ცოდნა. აქედან გამომდინარე, კ. კეკელიძის

სახელობის საქართველოს ხელნაწერთა ეროვნული ცენტრის კონსერვაცია-რესტავრაციის სამეცნიერო ლაბორატორიისა და საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის „გემოლოგიისა და მინერალურ ნივთიერებათა კვლევის დიაგნოსტიკისა და გადამუშავების რესპუბლიკური ცენტრის“ ლაბორატორიის ურთიერთთანამშრომლობით განხორციელდა კვლევა, რომელიც ცენტრის კოლექციებში დაცული ხელნაწერების შესწავლას გულისხმობდა. როგორც უკვე აღვნიშნეთ, მსგავსი კვლევების დანერგვას განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს მატერიალური კულტურული მემკვიდრეობის მოვლა-შენახვისა და მათი არსებობის გახანგრძლივების პროცესში, რადგან ის ინტერდისციპლინარულ ჩართულობას გულისხმობს, რადგან კონსერვაციის, ქიმიისა და ბიოლოგიის ლაბორატორიებში ჩატარებულ კვლევებს მოიცავს, სადაც ზოგიერთი დიაგნოსტიკური ანალიზის შედეგების ინტერპრეტაციის სირთულე გვარწმუნებს სხვადასხვა კომპეტენციას შორის მჭიდრო თანამშრომლობის აუცილებლობაში, ვინაიდან ხშირად მხოლოდ ცოდნის კომპლემენტარულობა იწვევს ახალი აღმოჩენების შესაძლებლობას.

ამასთანავე გასათვალისწინებელია ყველა ის შედეგი, რომელიც ერთეულებზე გარემოპირობებით გამოწვეული ქიმიური ზემოქმედების შესწავლით დგინდება და ყველა ის პროცესი, რასაც რესტავრატორი წარმართავს ამა თუ იმ დაზიანებული ერთეულის მთლიანობის აღსადგენად ან მისი მდგომარეობის შესანარჩუნებლად. ეს პროცესები გარკვეული თანმიმდევრობით ხორციელდება. პირველი და უმთავრესი არის ერთეულის მდგომარეობის შესწავლა, მისი ვიზუალური დათვალიერებით თუ ლაბორატორიული კვლევების საფუძველზე, სადაც რესტავრატორთან ერთად თანამედროვე კვლევის მეთოდების გამოყენება ხდება საჭირო, რაც შესწავლის პროცესს კიდევ უფრო მნიშვნელოვანს ხდის. მიკრო-ობიექტების შესწავლა კი, იქნება ეს არაორგანული, თუ ორგანული, რომლებიც შეიძლება აღმოჩენილ იქნას შესასწავლი ხელნაწერებისა და დოკუმენტების პერგამენტში, ცელულოზის ბოჭკოებში, მელანსა თუ ქუჩყში, უპირობოდ მნიშვნელოვანი ინფორმაციის მატარებელია ამ მასალის წარმოების შესახებ. გარდა ამისა, მსგავსი კვლევები გვაძლევს ინფორმაციას უძველესი დოკუმენტების, მათი წარსული პერიპეტიების ან მათში შემავალი მასალების დაბერებისა და გაფუჭების მიზეზებზე. დიაგნოსტიკური ან არქეოლოგიური მნიშვნელობის მქონე მიკრომეტრულ ობიექტებსა და სტრუქტურებზე კრიტიკული დაკვირვების შედეგები ზოგჯერ გასაკვირიც კი აღმოჩნდება ხოლმე. მაგალითად ის, რომ ზოგიერთ ქიმიურ კომპონენტს, რომელიც ჩვეულებრივ მიეკუთვნება მასალების ან მელნის წარმოებას, შეიძლება ჰქონდეს კონკრეტული წარმომავლობა ან ბუნება და თუ

მათი სწორად გააზრება არ მოხდება, მაღალია ალბათობა იმისა, რომ მკვლევარმა არასწორი დასკვნები გააკეთოს.

როდესაც მატერიალური კულტურული მემკვიდრეობის კვლევაზე ვსაუბრობთ, უნდა აღინიშნოს ის ფაქტი, რომ დიდი ინტერესის მიუხედავად, რთულია შერჩევა კვლევის ისეთი მეთოდის, რომელიც ფართო სპექტრის მაჩვენებელს მოგვცემს, მაგრამ არ გამოიწვევს ერთეულის დაზიანებას. განსაკუთრებით კი მაშინ, როდესაც საკითხი ისტორიულ ძეგლებს ან წერილობით მემკვიდრეობას ეხება. ამ შემთხვევაში სირთულე მდგომარეობს არა მხოლოდ კვლევის წარმოების, არამედ საკვლევი მასალის ანუ ნიმუშის აღების პროცესშიც, რადგან თავად ხელნაწერის გადაადგილება, ხშირ შემთხვევაში, დაუშვებელია. დაუშვებელია აგრეთვე მთელი ნაწილიდან საღებავის, მეღვინის, ტყავის ან თავად ფურცლის ფრაგმენტის მოცილება. არ არის რეკომენდებული აგრეთვე ერთეულზე ქიმიური ხსნარების გამოყენება, ან მექანიკური ზემოქმედება და სხვა ნებისმიერი კვლევის არაინვაზიური მეთოდი, რამაც შესაძლოა შეცვალოს მასალის სტრუქტურა ან ორიგინალის ავთენტურობა. სწორედ ამიტომ, ხშირად, ის, რაც საინტერესოა მკვლევარისთვის, დაუშვებელია ხელნაწერისთვის. თუმცა, ესოდენ რთული საკითხები კიდევ უფრო ზრდის თანამედროვე კვლევითი მეთოდების მიმართ ინტერესს და ამის თვალსაჩინო მაგალითია კ. კეკელიძის სახელობის საქართველოს ხელნაწერთა ეროვნული ცენტრის კონსერვაცია-რესტავრაციის სამეცნიერო ლაბორატორიის მიერ არჩეული კურსი, რომელიც მოიცავს თანამედროვე კვლევითი მეთოდების დანერგვას და ფართოდ გამოყენებას ხელნაწერების კონსერვაცია-რესტავრაციის სფეროში. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ერთ-ერთი ასეთი კვლევა უკვე ჩატარდა, რომლის მიზანიც იყო ქართულ ხელნაწერებში მეღვინის სტრუქტურის შესწავლა, კვლევა განხორციელდა თანამედროვე კვლევის მეთოდების გამოყენებით, კერძოდ: მასკანირებელი ელექტრო მიკროსკოპით, ზონდური მიკროსკოპისა და ძალოვანი მიკროსკოპის გამოყენებით. ამ ეტაპზე კი კვლევის არეალი გავზარდეთ და შევისწავლეთ XIV საუკუნის ეტრატის, XVIII საუკუნის ებრაული ხელნაწერის ქაღალდის, XIX საუკუნის ხელნაწერის ფურცლისა და ყდის ქსოვილის ნიმუშები. გავანალიზეთ თითოეული მათგანის კვლევის შედეგად მიღებული ინფორმაცია. დავუკავშირეთ ეპოქისთვის დამახასიათებელი მასალის თავისებურებას. შევადარეთ წერილობით წყაროში მოცემულ ინფორმაციას და გამოვყავით ის ფაქტობრივი გარემოებები, რომლებიც დროის მსვლელობის, მასალის თავისებურების გამო ან გარემო-პირობების ზემოქმედებით ერთეულზე იწვევს განვრცობად და შეუქცევად პროცესებს.

სანამ უშუალოდ კვლევით ნაწილზე გადავიდოდეთ, მოკლედ უნდა მიმოვიხილოთ ეტრატის დამზადების ტექნოლოგია, რადგან

გაცილებით მარტივია პერგამენტზე მიყენებული ზიანის დადგენა და მისი სტატუსის ანალიზი, თუ ცნობილია პერგამენტის თვისებები. ზოგადად, ყველა ძუძუმწოვრის ტყავს აქვს მსგავსი ბოჭკოვანი სტრუქტურა და განიცდის ქრილში ის გამოიყურება სამფენიან, მაგრამ სხვადასხვა თვისებების მქონე ქსოვილად, ესენია: ეპიდერმისი, დერმისი და კანქვეშა ქსოვილი (ჰიპოდერმია). აქედან კანის ყველაზე კოლაგენით მდიდარი ნაწილი დერმისია, ყველაზე მეტად კერატინით მდიდარი ეპიდერმისი, ხოლო ყველაზე ცხიმებით მდიდარი კანქვეშა ქსოვილია. გარდა ამ ზოგადი ცნობებისა, საინტერესოა ის, თუ რა საშუალებებითა და ტექნიკით ხდებოდა ტყავის დამუშავება როგორც საქართველოში, აგრეთვე სხვა ქვეყნის სახელოსნოებსა თუ სამწიგნობრო კერებში, რადგან ჩვენი კვლევის შედეგები პირდაპირ კავშირშია მასალის დამზადების პროცესთან იმ თვალსაზრისით, რომ მიღებული შედეგების გაანალიზების დროს, საშუალება გვქონოდა ერთმანეთისგან გაგვემიჯნა ის ქიმიური ელემენტები, რომლებიც ბუნებრივად, ანუ დამზადების პროცესში გამოყენებული ხსნარებისა თუ თავად ნედლეულის სტრუქტურიდან გამომდინარე, შესაძლებელია აღმოჩენილიყო, ან ქიმიური ელემენტები, რომლებიც საუკუნეების განმავლობაში, გარემოპირობებით გამოწვეული, ეკოლოგიური დაბინძურებით, დასნებოვნებით, ან სხვადასხვა მასალის გამიზნულად ანდაც შემთხვევით მოხვედრის გამო აღმოჩნდა ზედაპირსა თუ მასალის სტრუქტურაში.

პერგამენტის დასამზადებლად გამოყენებადი ცხოველის ნედლი კანი თავდაპირველად შეიცავს 64% წყალს, 33% ცილას, 2% ცხიმს, 0,5% მინერალურ მარილებს და 0,5% სხვა ნივთიერებებს (პიგმენტები და ა.შ.). თავის მხრივ, ცილები შეიცავს 0,3% ელასტინს, 29% კოლაგენს, 2% კერატინს და 1% არასტრუქტურულ ცილებს (ალბუმინი, გლობულინი). ეს მოცემულობა ვრცელდება მეტ-ნაკლები სიზუსტით ყველა სახეობის პერგამენტის შემთხვევაში, რადგან ისინი ცხოველური ტყავისაგან მზადდებოდა, მაგრამ გეოგრაფიული მდებარეობისა თუ ეკონომიკური შესაძლებლობის გათვალისწინებით, სხვადასხვა ქვეყანაში, დამზადების პროცესი განსხვავებული მინერალებისა თუ ხსნარების გამოყენებას ითვალისწინებდა, თუმცა მიუხედავად ასეთი სიშორისა, ტყავის დამუშავების პროცედურაში ძირითადი სტრუქტურა მაინც ერთმანეთის მსგავსია.

ჩვენამდე შემონახული რეცეპტებიდან, დღემდე ჩატარებული კვლევებიდან თუ ისტორიული ჩანაწერებიდან, ცნობილია პერგამენტის დასამზადებლად მიღებული ხსნარები და პრეპარატები. თითოეულმა კულტურამ შემოიტანა საკუთარი რეცეპტურა, შეიმუშავა პროცედურის მისეული თანმიმდევრობა და სწორედ ეს არის იმის მიზეზი, რომ ხელნაწერებში საკმაოდ განსხვავებული მასალები გვხვდება და მიუხედავად იმისა, რომ

ფუძე ერთია, რეცეპტურა შესაძლებელია სხვადასხვა ყოფილიყო, რასაც ემატება ის დრო და შენახვის პირობები, რაც ხელნაწერმა გამოიარა, სწორედ ეს არის მიზეზი იმისა, რომ ხელნაწერ წიგნებსა თუ დოკუმენტებში განსხვავებული დაზიანების ხარისხი და კერები გვხვდება.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ეტრატის მთავარი შემადგენელი ნაწილი კოლაგენია, სტრუქტურული ორგანული პოლიმერული ცილა, რომლის სტრუქტურული ერთეული წარმოადგენს სამმაგ სპირალისებრ ფორმას. პერგამენტის დამზადების დროს ცხოველის კანი პროცედურების მთელ რიგ ეტაპებს გადიოდა, რის შედეგადაც პროდუქტი მხოლოდ კანის შრემდე დადიოდა. ხოლო უკვე დამუშავებული და მზა პერგამენტი, გარდა ზემოთ თქმულისა, შეიცავს სხვა ნაერთებს, რომლებიც მიიღება იმავე ტყავისაგან (ლიპიდები, ცვილები, სხვა პეპტიდები) და უშუალოდ წარმოების პროცესებიდან (მარილები და მინერალები, როგორიცაა Al, Si, Mg, K, S და ა.შ.), რადგან ნებისმიერი ზემოქმედება გარკვეულ კვალს ტოვებს და ხშირად სტრუქტურასთან იმდენად მჭიდრო კავშირს ქმნის, რომ მისი წარმომავლობის იდენტიფიკაცია შეუძლებელია. წერილობით წყაროებს თუ დავეყრდნობით, მეტწილად ეტრატის დასამუშავებლად გამოიყენებოდა ტუტე მარილები, როგორიცაა ცაცხვი და ნატრიუმის ქლორიდი (NaCl).¹ ცნობილია ისიც, რომ IV საუკუნის შემდეგ ზედაპირიდან თმის მოცილება მიიღწეოდა ცხოველის ტყავის კალციუმის ჰიდროქსიდის ხსნარში დაღობით. ხოლო ზედაპირის გასაფხვიერებლად კალციუმზე დაფუძნებული ნაერთები გამოიყენებოდა, რადგან ეს არის მეთოდი, რომლის მეშვეობითაც მიიღწეოდა ზედაპირის სიგლუვე, რაც ტექსტის უკეთ დაწერის საშუალებას იძლეოდა.

ერთი მხრივ, საწერი მასალის მაღალი ხარისხის განმსაზღვრელი მინერალები დროთა განმავლობაში, როგორც წესი, დაზიანების კერებადიქცევიან და ამ პერგამენტის მასალებისთვის პოტენციურად საზიანო მინერალური ნაერთების არსებობა შეიძლება დადგინდეს სხვადასხვა კვლევითი ტექნიკით, რადგან გარკვეული მინერალების ბუნება და წარმოშობა, ისევე როგორც მათი დისპერსიის ხარისხი ორგანულ მატრიცაში, შეიძლება შესაფასებლად რთული იყოს და ზოგჯერ არსებობს იმის ალბათობაც, რომ მცდარი დასკვნების გამოტანის საფუძველიც კი გახდეს. ამასთანავე, ხელნაწერის მასალის კვლევის დროს რთულია სხვადასხვა კვლევითი ტექნიკის გამოყენება, რადგან კულტურული მემკვიდრეობის ობიექტების ანალიზისთვის კონკრეტული მონაცემების არჩევანი დამოკიდებულია უამრავ ფაქტორზე, როგორიცაა საჭირო შედეგის

¹ ტყავის დამუშავებისთვის ცაცხვის გამოყენება ქართული წერილობითი წყაროებით არ დასტურდება, ჩანაწერებში ვხვდებით ზოგად განმარტებას, როგორიცაა, მაგალითად, მცენარეული ან ბალახისეული წვენები, ხის მერქანი და სხვა.

სიზუსტე, მახასიათებლის ზომა, შესაბამისად, აპარატის საზომი ადგილი, კვლევა უნდა იყოს არაინვაზიური, უსაფრთხო და უამრავი ფაქტორია, რისი გათვალისწინებაც უნევს მკვლევარს. ჩვენ არჩევანი შევჩერეთ რენტგენოფლოუორესცენციურ ანალიზატორზე (XRF EDX 3600B). სამუშაო შესრულდა სტანდარტული მეთოდიკით (ხს-ს. მ. №1.G-18) სამუშაო პროგრამა EDX for Mineral and her Alloys – ORE (მადნებისა) და Soil (ნიადაგების) პროგრამის (ORE) გამოყენებით. რენტგენის ფლოუორესცენტული სპექტროსკოპია არის არაინვაზიური, უკონტაქტო და არაორგანული მასალების დახასიათების არადესტრუქციული მეთოდი. XRF სპექტროსკოპია ეს ის ტექნიკაა, რომელიც ხშირად გამოიყენება კულტურული მემკვიდრეობის ანალიზისთვის, იქნება ეს ლითონების მცირე ზომის კომპოზიცია, კერამიკა, ფერწერა თუ ხელნაწერები. XRF-ით შესაძლებელია მხოლოდ არაორგანულ მასალებში ცალკეული ელემენტების აღმოჩენა, რადგან ამ მეთოდით ორგანულ მასალებში მთავარი ელემენტების (C, H) გამოვლენა არ ხდება. ამიტომ კვლევაში გამოვიყენეთ ენერჯის დისპერსიული რენტგენის სპექტროსკოპია (EDX). უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ კვლევის პროცესს ართულებს ის ფაქტიც, რომ ანალიზატორი (XRF EDX 3600B) არ არის ტრანსპორტირებადი ტექნიკა და ამიტომ საჭიროა თავად ხელნაწერების ადგილზე მიტანა, გარდა ამისა, EDX-ი მოითხოვს ნიმუშების ვაკუუმურ კამერაში მოთავსებას, რომელიც ენიშნააღმდეგება არაინვაზიურობის პრინციპს, სწორედ ამიტომ, ხელნაწერებიდან ნიმუშების აღება მოხდა უმნიშვნელო დეტალების სახით მხოლოდ იმ უბნებიდან, რაც არ დააზიანებდა ან შეცვლიდა ორიგინალის ავთენტურ იერსახეს.

ანალიზი ჩატარდა ხელნაწერთა ეროვნულ ცენტრში Q-1263 შიფრით დაცულ ეტრატის პალიმფსესტის ნიმუშს, რომელიც შედგება 7 კეფისაგან, ნუსხურად შესრულებული ტექსტი მეთოთხმეტე საუკუნით თარიღდება, ხოლო ეტრატი გაცილებით ადრეული პერიოდის არის, გრაგნილიდან ნიმუში პირველი კეფის ყველაზე დაზიანებული ნაწილიდან იქნა აღებული, სულ 2X3 მმ ზომის;

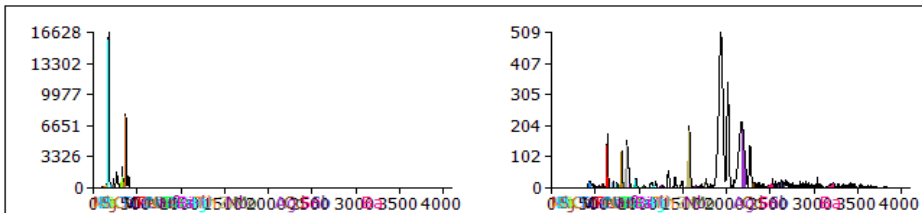
ნიმუშის დასახელება	ეტრატი (127)	ტესტირების დრო	200(s)	
კვების წყარო		სამუშაო პროგრამა	ORE	
მაბევა	9(KV)	პროცესი	Admin	
დენი	150(µA)	ტესტირების თარიღი	1/24/2023 1:12:13 PM	
ელემენტი	ინტენსივობა	შემადგენლობა %		1mm
Mg(%)	15.905	0.7263		
Al(%)	3.295	0.1118		
Si(%)	1008.04	2.3576		
P(%)	31.595	0.1360		
S(%)	57.73	0.7681		
K(%)	158.91786	0.4358		
Ca(%)	617.24	1.5971		
Ti(%)	4.40545	0.0884		
V(%)	1.62647	0.0000		
Cr(%)	0.91446	0.0087		
Mn(%)	2.34726	0.0937		
Fe(%)	29.4565	0.0000		

კვლევა გვიჩვენებს, რომ ორგანულ მასალასთან ერთად ძირითადი ქიმიური ელემენტებია სილიციუმი (Si), კალციუმი (Ca), ალუმინი (Al), გოგირდი (S), ზოგჯერ ერთ პროცენტზე მეტი და შედარებით მცირე რაოდენობით (მეთაედი პროცენტების სახით) გვხვდება მაგნიუმი (Mg), კალიუმი (K), ნატრიუმი (Na), რკინა (Fe), თუთია (Zn), სპილენძი (Cu), კიდევ უფრო მცირე რაოდენობით ქრომი (Cr), ტიტანი (Ti), მანგანუმი (Mn), ცირკონიუმი (Zr) და ნიკელი (Ni).

ხელნაწერის (Q-1263) ეტრატზე რენტგენოფლოუორესცენციური (XRF EDX 3600B) ანალიზატორით ჩატარებული კვლევის შედეგი

ხელნაწერებისა და დოკუმენტური მასალების მიკროსკოპული მასშტაბით შესწავლა კიდევ უფრო საინტერესო ხდება, როდესაც კვლევის ობიექტი ეტრატია, რადგან უძველეს ტექსტებში მოხსენიებული რეცეპტებიდან თუ საზღვარგარეთის ქვეყნების აქამდე ჩატარებული კვლევებიდან, დღეისათვის ჩვენთვის უკვე ცნობილია სხვადასხვა სახის პერგამენტის დამზადების პროცესში ხსნარებისთვის მიღებული პრეპარატები. თითოეულმა კულტურამ შემოიტანა საკუთარი რეცეპტურა, რამაც გამოიწვია საკმაოდ განსხვავებული და მრავალფეროვანი მასალების არსებობა. თემის ამ ნაწილში ყურადღებას გავამახვილებთ ეთიოპური წარმოების ეტრატზე, რადგან მას ის მორფოლოგიური თავისებურებები აქვს, რაც განასხვავებს დასავლური ან ებრაული პერგამენტისგან და ამით ის შესაძლებელია, ქართულ ეტრატს ჩამოჰგავდეს.

როგორც უკვე თემის მიმოხილვით ნაწილში აღვნიშნეთ, დაზუსტებული წერილობითი წყაროები ჩვენთვის არ არის ცნობილი იმის თაობაზე, გამოიყენებოდა თუ არა საქართველოში ცაცხვი პერგამენტის დამუშავების საწყის ეტაპზე, თუმცა ვიცით, რომ ტყავის დაღობის პროცესში აქტიურად გამოიყენებოდა კირი, დამჟავებელი რძე და სხვადასხვა წყალხსნარი, ხოლო ბენვისა და გლემურძის მხარის მოცილება უფრო მექანიკურ პროცეს წარმოადგენდა, კერძოდ, დამბალ ტყავს ჩარჩოზე ჭიმავედნენ და პემზის ქვით და ბასრპირიანი ლითონით ფხეკდნენ. ისევე, როგორც ჩვენთან ეთიოპიის წარმოების პროცესიც არ მოიცავდა ცაცხვის აბაზანას ან სხვადასხვა ქიმიურ დამუშავებას. ტყავს მხოლოდ ფხეკდნენ ორივე მხრიდან მას შემდეგ, რაც ჩარჩოზე გადაჭიმავედნენ. ბოლო ნაბიჯი კი მოიცავდა ორივე მხრიდან რეცხვასა და განმენდას - დანების, პემზის, კალციტის, სხვა ქვებისა და მცენარეული საპნების გამოყენებით¹ მანამ, სანამ ზედაპირი არ გახდება გლუვი და თეთრი, როგორც ქალაღდი. საპნის ფუნქციას ამ პროცესში ასრულებდა ფიტოლაკას მცენარე, ხოლო მბზინავი ზედაპირის მისაღებად და მიკროორგანიზმების მიმართ პერგამენტის გამძლეობის გასაზრდელად ფიტოლაკას ექსტრაქტს და ზოგჯერ აბუსალათინის ზეთსაც ამატებდნენ.



ჩვენ მიერ ჩატარებული კვლევის შედეგად გამოვლენილი ქიმიური ელემენტები გარკვეულ წარმოდგენას გვიქმნის ქართულენოვანი პალემსისტის ეტრატის დამუშავებისა და დაბინძურების კერების შესახებ. კვლევამ გვიჩვენა, რომ აღებულ ეტრატის ნიმუშში ძირითად ქიმიურ ელემენტებთან ერთად გვხვდება: სილიციუმი (2.04%), კალციუმი (1.59%), ალუმინი (0.11%), ფოსფორი (0.13%), გოგირდი (0.76%), მაგნიუმი (0.045%), კალიუმი (0.043%), თუთია (0.084%), სპილენძი (0.028%), ქრომი (0.027%), ტიტანი (0.08%),

¹ იგულისხმება *Phytolacca dodecandra*, საყოველთაოდ ცნობილი, როგორც *endod*, *gopo berry*, ან აფრიკული *soapberry* - იგი ეთიოპიაში ფართოდ გამოიყენებოდა საყოფაცხოვრებო საქმიანობაში როგორც საპონი. ყველაზე გამოყენებადია ორი ჯიშის *Arabe* და *Ahiyo*, აქედან *Arabe*-ი ტიპს აქვს უფრო მაღალი საპონინის შემცველობა და უკეთესი მოლუსციციდური აქტივობა, ვიდრე *Ahiyo*-ს ტიპისას. მცენარის ფოთლები და კენკრა ფაფისებრ მასამდე იხეხებოდა და მის წყალთან შერევით მიიღებოდა ქაფი, ხოლო ამ ქაფში გარეცხილი ქსოვილი ელასტიური და სურნელოვანი ხდებოდა.

მანგანუმი (0.03%), ცირკონიუმი (0.034%) და ნიკელი(0.012%).

ხელნაწერის (Q-1263) ეტრატის რენტგენოფლუორესცენციური (XRF EDX 3600B) ანალიზატორით კვლევის სავაჭროული გამოსახულება

რადგან ქართული ეტრატის დამზადების ტექნოლოგია რამდენადმე ჩამოჰგავს ეთიოპური ეტრატის დამზადების პროცესს, კიდევ ერთი შესაძლო მსგავსების გამოსაკვეთად მცირე ჩანართი გვინდა გავაკეთოთ, სადაც აღწერილი იქნება ეთიოპური ხელნაწერი (Crypt.AET.7, XVII საუკუნის მეორე ნახევარი), რომელიც ეკუთვნის რომის Museo dell'Abbazia greca di San Nilo a Grottaferrata-ს ბიბლიოთეკას, ხოლო მისი გაანალიზება კი მოხდა კონსერვაციისა და რესტავრაციის ICRCPAL-ის ქიმიის ლაბორატორიაში (Cohen 2019, 36-52), სადაც რამანის მიკროსკოპის ქვეშ შეგროვებული სურათების მიხედვით დაადგინეს ზედაპირზე დეჰონირებული ყვითელი ნაერთის არსებობა, რომელიც აღიარებულია FTIR-ის მიერ, როგორც საპონინებისა და აბუსალათინის ზეთის ნაზავის გამოყენება ზედაპირის დამუშავების ბოლო ეტაპზე. კვლევის შედეგად დადგინდა ისიც, რომ სფერული ფორმის მქონე მიკრო-ობიექტები შეიცავენ P, Mg, Ca და K-ს. ისინი აღიარებულ იქნა როგორც სფერულიტები, ეს ის ბიოგენური ქვებია, რომლებიც წარმოიქმნება მწერების ნაწლავებში მათი კატაბოლიზმის შედეგად და წარმოადგენს მწერების გამონადენის ინდიკატორებს. სფერულიტები, როგორც წესი, აჩვენებენ კონცენტრირებულ ლამინირებას, რომელიც შედგება კომპაქტური და თავისუფლად შეფუთული ფენებისგან მონაცვლეობით. მიუხედავად იმისა, რომ ამ მინერალების ზუსტი შემადგენლობის დადგენა ვერ მოხერხდა, რადგან ზოგიერთი ელემენტი ისედაც იყო პერგამენტში (როგორიცაა Ca და Mg), მათ აჩვენეს ფოსფორის (P), მაგნიუმის (Mg), კალციუმისა (Ca) და კალიუმის (K) ფონთან შედარებით მნიშვნელოვნად მაღალი შემცველობა. Ca/P და Mg/P მოლური თანაფარდობებით ივარაუდეს, რომ ისინი ძირითადად დამზადებული იყო კალციუმის ფოსფატისა და მაგნიუმის ფოსფატისგან. ეს სფერული მიკრო-ობიექტები არქეოლოგიაში განიხილება, როგორც ცხოველების ნარჩენების არსებობის ან გამოყენების ნიშნები. გარდა ამისა, ეტრატის დამზადების პროცესში კანიდან თმის მოსაშორებლად გამოიყენებოდა ფერმენტული საშუალებები, კერძოდ, ცხოველის ნაკელი. აქედან გამომდინარე, არ არის გამორიცხული, რომ სფერულიტები შეიძლება წარმოადგენდეს ამ ეთიოპური პერგამენტის დამზადებისას გამოყენებული მასალის კვალს. გარდა ამისა, პერგამენტზე აღმოჩენილ მიკროსკოპულ ობიექტებს შორის იყო აგრეთვე ბილობატის ფიტოლიტები, რომლებიც ნაპოვნია

ხელნაწერის სხვადასხვა გვერდებზე რამდენიმე ადგილას, რაც თითქმის ყოველთვის დაკავშირებულია შესაბამისი ბალახოვანი მცენარის ფოთლების ან ღეროს ეპიდერმისთან. სფერულიტებისა და ფიტოლიტების კომბინაცია შეიძლება იყოს სანდო მაუწყებელი არქეოლოგიურ კონტექსტში ნარჩენების არსებობის დასკვნებისთვის. ამრიგად, ამ ფაქტებზე დაყრდნობით მკვლევრები ვარაუდობენ, რომ ეთიოპური პერგამენტი დამუშავებული იყო ბალახოვანი ცხოველების ნარჩენებით მისი წარმოების ფაზაში და დიდი ალბათობით, ტყავიდან ბუნვის მოცილების პროცესში ჭარბად იყო გამოყენებული ცხოველის ნაკელი.

ჩვენს შემთხვევაში საკვლევი მასალის აღება საკმაოდ დაბინძურებული ეტრატის ნაწილიდან მოხდა და აზრს მოკლებული არ იქნება, თუ ჩვენს მსჯელობას ამ მიმართულებითაც განვავითარებთ, კერძოდ ის, რომ ეთიოპური ეტრატის მსგავსად ჩვენ მიერ აღებული ნიმუშის ზედაპირზე სავსებით შესაძლებელია სფერულიტების არსებობა, რაზეც მიაწინებებს ფოსფორის (P), მაგნიუმის (Mg), კალციუმისა (Ca) და კალიუმის (K) ასეთი მაჩვენებელიც, ამ აზრს ისიც გვიმყარებს, რომ წინასწარესტავრაციო კვლევის დროს არაერთხელ აღმოგვიჩენია მწერის ექსკრემენტები და ისედაც, ტყავის დამუშავების პროცესში ბალახოვანი ცხოველური ნარჩენების გამოყენება ჩვენს კულტურაშიც სავსებით შესაძლებელია მიღებული ყოფილიყო.

ამ დასკვნების კვალდაკვალ თანაარსებობის უფლება აქვს კიდევ ერთ ჰიპოთეზას, რომლის მიხედვითაც ფიტოლიტების არსებობა შესაძლებელია მომდინარეობდეს ბალახეული მცენარის დაწვით მიღებული მელნიდანაც. თუმცა ჩატარებული კვლევები გამორიცხავს Q-1263 ეტრატის ზედაპირზე ფიტოლიტების შემცველი ბალახოვანი მასალის ფრაგმენტების არსებობის მომდინარეობას მელანში ნახშირბადის შემცველობიდან, რომელიც შესაძლოა წარმოქმნილიყო ადგილობრივი სარეველების დაწვით. ნახშირბადის მელანი ითვლება შავი მელნის უძველეს ტიპად, რომელიც მიიღება ჭვარტლის ან დაფქული ნახშირის წყალში ხსნადი არაბული რეზინით (ძირითადად გამოიყენებოდა ეგვიპტეში) ან ცილოვან ნებოსთან (გამოიყენებოდა ჩინეთში) შერევით. მიღებული ნარევი ფხვიერ მასას წარმოადგენს და მისი მელნის სახით გამოყენება მხოლოდ წყალში შერევით არის შესაძლებელი. ნახშირბადის მელნისათვის დამახასიათებელი სიბლანტე ხსნარს ეტრატის ფორებში შეღწევის საშუალებას უკარგავს, იგი გაშრობის შემდეგ ზედაპირზე ფიქსირდება და მრავალჯერადი შეხებით დაწერილი ტექსტი ადვილად იცრიცება. თანამედროვე კვლევის მეთოდები ამ ტიპის მელნის იდენტიფიცირების საშუალებას იძლევა, რადგან არსებობს რამანის სპექტროსკოპია, რომელიც მგრძობიარეა ნახშირბადის პიგმენტების მიმართ და

ეს კვლევა უტყუარ პასუხს გვაძლევს მეღვინის შემადგენლობის შესახებ. თეორიულად XIV საუკუნის ქართულენოვანი ხელნაწერის ტექსტის გადასაწერად შეიძლება გამოყენებული ყოფილიყო ნახშირბადის მელანი, თუმცა რეფლექტოგრაფიისა და რენტგენის ფლუორესცენციის კომბინირებული კვლევით დასტურდება, რომ მსგავსი ტიპის ტექსტები შესრულებულია რკინა-გალური მელნით, რომელიც მიიღება მცენარეული ექსტრაქტისა და ხსნადი რკინის (რკინის ნებისმიერი ხსნადი მარილის) ნარევიტ. ამ ტიპის მელნისათვის დამახასიათებელია ორი ფაზა, პირველი, ეს არის რეაქტიული ნივთიერებების ფაზა, რომელიც ადვილად აღწევს ფოროვან ქსოვილში და მეორე, ეს არის უხსნადი ფაზა, რომელიც ილექება ზედაპირზე. რკინა-გალური მელნის თავდაპირველი შეფერილობა, ნახშირბადის მელნის მსგავსად, შავი ფერისაა, თუმცა ის დროთა განმავლობაში განიცდის ჟანგვის პროცესს, ტექსტის გარშემო იკეთებს მოყვითალო მომწვანო არშიას და თავად მელანიც მუქ ყავისფერ შეფერილობას იძენს.

ჩვენ მიერ აღწერილი მელნის თვისებებიდან გამომდინარე, ნახშირბადისმელნისრკინა-გალურისგანგანსხვავებადაკვირვებულ თვალს ვიზუალური შესწავლის დროსაც არ გამოეპარება, თუმცა ასეთი დაკვირვება ვერც გამორიცხავს და მითუმეტეს ვერ დაადასტურებს ისეთი ქიმიური ელემენტების არსებობას, რომლებიც ფართო დასკვნის გამოტანის საშუალებას მოგვცემდა. გარდა ამისა, როდესაც საკითხი კულტურული მემკვიდრეობის შესწავლას ეხება, გადაჭრით რაიმეს მტკიცება შეუძლებელია, სანამ არ მოხდება ისტორიული, კოდიკოლოგიური თუ ლაბორატორიული კვლევების შედეგად მიღებული დასკვნების სრულად გაანალიზება. ჩვენ მიერ ჩატარებული კვლევაც სწორედ ის შემთხვევაა, როდესაც მტკიცებით ფორმატში რაიმეს თქმა მართებული არ იქნება, ლაბორატორიული კვლევის შედეგებით ამ ეტაპზე მხოლოდ ვარაუდების გამოთქმა შეგვიძლია, რადგან სრული სურათის მისაღებად უფრო ფართო კვლევების წარმოებაა საჭირო და ეს, პირველ რიგში, ეხება საკვლევ მასალას, რადგან დანამდვილებით რაიმეს სათქმელად, სულ მცირე, ერთი ხელნაწერიდან მასშტაბური ნაწილის შესწავლაა საჭირო. ჩვენი მცდელობა, ცხადია, არ იძლევა სრულ ინფორმაციას საწერი მასალის დამზადების, მათი დაზიანების გამომწვევი მიზეზებისა და დაბერების პროცესის შეჩერების ყველა საჭირო გზის გამონახვისთვის, უფრო მეტიც, მოცემული ინფორმაცია მხოლოდ ერთი ხელნაწერის ეტრატს ეხება, თუმცა, ვფიქრობთ, კონსერვაცია-რესტავრაციის დარგში მსგავსი კვლევების წარმოება უფრო მასშტაბურს გახდის ჩვენს ცოდნას ამა თუ იმ მასალის შექმნის ზუსტი პროცესისა და პრეპარატების შესახებ. ვაცნობიერებთ იმ ფაქტს, რომ კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლების ლაბორატორიული შესწავლის პროცესი გარკვეულ

სირთულეებთან არის დაკავშირებული და მკვლევარს რთული გზის გავლა უწევს, რადგან შესაძლოა კონკრეტული ობიექტის მიმართ ინტერესი დიდი იყოს, მაგრამ მასზე ნიმუშის აღება და კვლევითი პროცესის წარმართვა ვერ მოხერხდეს. მიუხედავად ამ სირთულეებისა, ვიმედოვნებთ, რომ ეს გადადგმული ნაბიჯები, ნელი სვლით, მაგრამ მტკიცე მიზნებით შედეგის მომტანი იქნება როგორც ხელნაწერების უკეთ გამოკვლევის, ზუსტი რეცეპტურის დადგენის, ლაბორატორიული კვლევების წერილობით წყაროებთან შედარებისა თუ საკითხის ისტორიულ ქრილში განხილვისათვის.

დამოწმებაანი

Zina Cohen, *Composition Analysis of Writing Materials in Cairo Genizah Documents*. Cambridge Genizah Studies, vol. 15; BRILL, LEIDEN | BOSTON 2019, pp. 36-52.

American Paper and Pulp Association. *The Dictionary of Paper, including pulp, paperboard, paper properties and related papermaking terms*. 3rd ed. New-York. 1965.

Hunter, Dard. *Papermaking. The History and Technique of and Ancient Craft*. Dover publications, New-York 1943 (1970).

Stutermeister, Edwin. *The Story of Papermaking*. R.R. Bowker Company, New-York, 1954.

Érica Mendes dos Santos, Lucas Malvezzi de Macedo, Louise Lacalendola Tundisi, Janaína Artem Ataide, Gisele Anne Camargo, Rita C. Alves, Maria Beatriz P.P. Oliveira, Priscila Gava Mazzola. „*The Journal of Materials Research and Technology*“, ELSEVIER, Volume 9, Issue 4, July–August 2020, pp. 9412-9421.

T. Kikutani. In *Encyclopedia of Materials: Science and Technology*, “Polymer Fibers: Formation and Structure”, ELSEVIER, 2001.